

O método de fotopolimerização é capaz de influenciar nos valores de microdureza das resinas compostas? Um estudo *in vitro*

Is the photopolymerization method able to influence on the microhardness values of composite resins? An *in vitro* study

Laryssa Kariny Pacheco FERNANDES^a, Fernanda Vieira BELÉM^b,
Marco Aurélio Benini PASCHOAL^{c*}, Etevaldo Matos MAIA FILHO^a, Isabella Azevedo GOMES^a

^aUniversidade Ceuma, Faculdade de Odontologia, São Luís, MA, Brasil

^bUFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Belo Horizonte, MG, Brasil

^cUFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia, Departamento de Saúde Oral da Criança e do Adolescente, Belo Horizonte, MG, Brasil

Como citar: Fernandes LKP, Belém FV, Paschoal MAB, Maia Filho EM, Gomes IA. O método de fotopolimerização é capaz de influenciar nos valores de microdureza das resinas compostas? Um estudo *in vitro*. Rev Odontol UNESP. 2022;51:e20220043. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.04322>

Resumo

Introdução: a inovação dos métodos de fotopolimerização foi proposta na tentativa de diminuir o estresse de contração de polimerização das resinas compostas e proporcionar maior conforto ao paciente, reduzindo o tempo de atendimento odontológico. **Objetivo:** avaliar a microdureza de duas resinas compostas nanoparticuladas submetidas a diferentes técnicas de polimerização. **Material e método:** quarenta espécimes foram divididos em quatro grupos (n=10) da seguinte forma: Filtek Z350 XT® + técnica imediata (GI); Filtek One Bulkfill® + técnica imediata (GII); Filtek Z350 XT® + técnica de pulso tardio (GIII); Filtek One Bulkfill® + técnica de pulso tardio (GIV). Após o armazenamento em água destilada à temperatura ambiente, os corpos de prova foram direcionados para a medição de microdureza. Utilizou-se teste T para comparação de técnicas e teste Two-Way ANOVA para calcular os efeitos das resinas compostas, técnicas de polimerização e interações referentes à variável dependente ($p \leq 0,05$). **Resultado:** a resina Filtek Z350 XT® apresentou maior dureza na técnica imediata (GI - 312,45 ± 64,37) e pulso tardio (GIII - 244,50 ± 75,63) comparado à resina Filtek One Bulkfill®, em ambas as técnicas. Observaram-se maiores valores de dureza referentes à técnica imediata, com diferença estatística significativa em relação à resina testada ($p = 0,04$ - Filtek Z350 XT®; $p = 0,03$ - Filtek One Bulkfill®). Ambos os fatores isolados (resina e técnicas) apresentaram efeito nos valores de microdureza ($p = 0,02$ e $p < 0,01$, respectivamente). **Conclusão:** a técnica convencional demonstrou atingir maiores valores de dureza quando comparada à técnica de polimerização alternativa.

Descritores: Resinas compostas; polimerização; testes de dureza.

Abstract

Introduction: the innovation of photopolymerization methods was proposed in an attempt to reduce the polymerization shrinkage stress of composite resins and also provide more comfort to patient reducing the chair time. The aim of this *in vitro* study was to assess the microhardness of two nanofilled composite resins subject to different curing techniques. **Objective:** assess the microhardness of two nanofilled composite resins subject to different curing techniques. **Material and method:** forty specimens were divided into four groups (N=10) as follows: Filtek Z350 XT® + immediate technique (GI); Filtek One Bulkfill® + immediate technique (GII); Filtek Z350 XT® + delayed pulse technique (GIII); Filtek One Bulkfill® + delayed pulse technique (GIV). After storage in distilled water at room temperature the specimens were assessed for microhardness measurement. T-test was used for comparison of techniques and two-way ANOVA used to calculate the effects of composite resins, curing techniques and their interactions on dependent variable (p set at 0.05). **Result:** Filtek Z350 XT® resin presented greater hardness on immediate technique (GI - 312,45 ± 64.37) and delayed pulse (GIII - 244,50 ± 75.63) compared to Filtek One Bulkfill® under both techniques.



Overall, it was observed greater hardness values under immediate technique with a significant statistical difference apart of tested resin ($p = 0.04$ - Filtek Z350 XT®; $p = 0.03$ - Filtek One Bulkfill®). Both isolated factors (resin and techniques) presented effect on microhardness values ($p = 0.02$ and $p < 0.01$, respectively). **Conclusion:** the conventional technique demonstrated to reach higher hardness values when compared to the alternative polymerization technique.

Descriptors: Composite resins; polymerization; hardness tests.

INTRODUÇÃO

O progresso das técnicas e materiais restauradores contribuiu para o desenvolvimento de tratamentos mais estéticos e conservadores¹. Além disso, o estudo das propriedades mecânicas desses materiais assume um papel importante, com potencial para identificar aspectos capazes de influenciar diretamente na longevidade do processo restaurador, principalmente as resinas compostas².

Adicionalmente às modificações peculiares na composição das resinas compostas, o processo de polimerização, representado pela conversão de monômeros em polímeros, também foi submetido a alterações³. Evoluiu de um processo de reação química (mistura de pasta base e catalisador) para um procedimento de fotopolimerização (sensibilização da molécula fotoativadora da resina pela ação da luz), possibilitando a adoção de diferentes protocolos técnicos⁴.

O aprimoramento da fotopolimerização, incluindo o pulso tardio (reação de polimerização gradual), foi proposto como alternativa à técnica de polimerização convencional (reação de polimerização rápida), na tentativa de reduzir a tensão de contração de polimerização, fator adverso inerente ao processo de fotopolimerização, capaz de afetar negativamente o sucesso do tratamento restaurador⁵.

Dentre os testes utilizados para verificar a qualidade do processo de polimerização de resinas compostas, destaca-se o teste de microdureza⁶. Mudanças na dureza da superfície podem refletir o estado da reação de presa e o grau de polimerização do material⁶.

Com o decorrer do tempo, valores mais baixos de microdureza podem afetar negativamente a integridade marginal e as propriedades mecânicas do material, comprometendo a resistência à tração e abrasão, além de aumentar o risco de fraturas⁷.

Portanto, considerando o arsenal restaurador e a diversidade de técnicas atualmente disponíveis, este estudo *in vitro* teve como objetivo comparar a microdureza de duas resinas compostas submetidas a diferentes métodos de fotopolimerização.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo *in vitro* testou duas resinas compostas nanoparticuladas (Filtek Z350 XT®, 3M ESPE; Filtek Bulk Fill®, 3M ESPE) e duas técnicas diferentes de polimerização (pulso imediato ou tardio).

Quarenta corpos de prova foram confeccionados utilizando uma matriz de aço redonda (10 mm x 2 mm), onde os compósitos foram inseridos em um único incremento. Em seguida, uma lâmina de vidro foi colocada e prensada para extravasar o excesso de resina composta e obter uma superfície plana.

O fotopolimerizador de lâmpada halógena com potência de 1200 mW/cm² (Schuster Emitter A FIT, Guilin, Guangxi, China) foi utilizado para os dois modos de polimerização: técnica imediata (40 segundos) ou pulso tardio (5 segundos a 10 mm de distância mais 1 minuto de intervalo, mais 35 segundos) seguido por procedimento de polimento com discos Soflex® (Pop-ON, 3M ESPE).

Um único operador realizou movimentos unidirecionais, com controle de pressão, por 20 segundos, com troca de disco a cada 3 corpos de prova, visando padronizar esta etapa.

Os espécimes foram subdivididos em 4 grupos (n = 10) da seguinte forma: Filtek Z350 XT® + técnica imediata (GI); Filtek One Bulkfill® + técnica imediata (GII); Filtek Z350 XT® + pulso tardio (GIII); Filtek One Bulkfill® + pulso tardio (GIV).

A amostra foi armazenada em água destilada, em temperatura ambiente, e após isso foi realizado o teste de microdureza Knoop em microdurômetro (HNV-G Shimadzu, Kanto, Japão), aplicando-se uma carga de 0,05 Kgf, por 15 segundos. Cada corpo de prova foi submetido a 3 medições, percorrendo a superfície do teste, obtendo-se a média de microdureza.

Para análise dos dados, foi realizada a comparação de ambas as técnicas utilizando-se o Teste T para amostras independentes e análise de variância Two-Way ANOVA para investigar os efeitos dos fatores (resinas compostas, técnicas de polimerização), considerando o resultado proposto (microdureza). O nível de significância foi estabelecido em 5% e utilizado o software SPSS 19.0 (IBM Statistics, Armonk, NY, EUA).

RESULTADOS

As duas técnicas alcançaram diferença estatisticamente significativa em relação às resinas compostas testadas (Tabela 1). No geral, a técnica imediata parece resultar em médias de microdureza significativamente maiores em relação à técnica de pulso tardio, com destaque para GI (312,45 ± 64,37).

Tabela 1. Microdureza de resinas compostas expostas a diferentes técnicas de polimerização

Resinas compostas	Técnicas de polimerização	Microdureza (Média ± DP*)	Teste T valor p**
Filtek Z350 XT®	Immediate technique (GI)	312,45 ± 64,37	p = 0,04
	Delayed Pulse (GII)	244,50 ± 75,63	
Filtek One Bulkfill®	Immediate technique (GIII)	274,80 ± 71,61	p = 0,03
	Delayed pulse (GIV)	179,39 ± 54,18	

*DP = desvio-padrão. **Teste T comparou as duas técnicas nas duas resinas (valor de p estabelecido a 0,05).

Em relação às interações, a análise Two-Way ANOVA revelou que ambos os fatores isolados (resina e técnicas) apresentaram influência nos valores de microdureza (p = 0,02 e p < 0,01, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de p Two-way ANOVA para variáveis independentes (resinas, técnicas) e interações entre fatores e microdureza

Variáveis	Two-way ANOVA p-valor*
Resinas	0,02
Técnicas	< 0,01

*Valor de p estabelecido a 0,05.

DISCUSSÃO

As características físicas dos materiais fotopolimerizáveis são influenciadas por diversos fatores, incluindo seus componentes (por exemplo, distribuição da matriz) e também o método de polimerização, fator capaz de refletir no desempenho clínico do tratamento restaurador e na sobrevivência das restaurações⁷.

Considerando diferentes propostas de materiais e procedimentos restauradores, este estudo *in vitro* teve como objetivo comparar os efeitos de diferentes modos de polimerização (pulso tardio ou técnica imediata) em relação aos valores de microdureza de duas resinas compostas (Filtek Z350 XT® e Filtek One Bulkfill®) submetidas a diferentes técnicas de procedimento.

Os resultados indicaram que a técnica imediata apresentou médias de microdureza significativamente maiores em relação à técnica de pulso tardio, para ambas as resinas testadas ($p = 0,04$ - Filtek Z350 XT®; $p = 0,03$ - Filtek One Bulkfill®). Isso pode ter ocorrido devido à alta densidade de potência inicial do dispositivo de luz, permitindo uma reação de polimerização rápida ou abrupta (fase pré-gel curta), determinando endurecimento rápido⁸. Entretanto, não há consenso na literatura sobre esse assunto. Tauböck et al.⁵ verificaram que os valores de dureza não foram afetados quando se utilizou a técnica de polimerização de pulso tardio, comparando quatro tipos de resinas compostas. Corroborando com esse achado, Shimokawa et al.⁹ não detectaram alteração na dureza das restaurações ao utilizar diferentes protocolos de fotoativação para resinas compostas (luz contínua – 20 segundos, tecnologia PLS – 5 segundos e pulso tardio – 20 segundos a 6 mm distância + 10 segundos próximo superfície). Já os resultados apresentados nos desfechos aqui alcançados demonstraram a influência do fator isolado da técnica ($p < 0,01$) na variável dependente estudada (Tabela 2).

Diferentes estudos compararam a influência dos tipos de fotopolimerizadores em diferentes desfechos clínico-laboratoriais, incluindo valores de microdureza. Franco et al.¹⁰ concluíram que a unidade de fotopolimerização halógena convencional apresentou melhores resultados do que a unidade LED na avaliação da microdureza de uma resina composta micro-híbrida. Por outro lado, Roy et al.¹¹ analisaram o efeito da luz de polimerização em resinas compostas nano-híbridas e verificaram que a unidade de fotopolimerização por LED teve desempenho superior quando comparada a uma unidade de Quartzo-Tungstênio-Halogênio (QTH). Ainda assim, Pirmoradian et al.¹² investigaram o comportamento de dois compósitos de incremento único usando diferentes unidades de fotopolimerização (QTH ou LED) e não encontraram diferença significativa nos valores de microdureza. Da mesma forma, Cekic-Nagas, Ergun¹³ relataram que o LED de alta potência pode ser considerado tão ou mais eficaz que o QTH para polimerização dos materiais à base de resina. Assim, considerar o tipo de fotopolimerização utilizado para diferentes tipos de compósitos é um conhecimento importante para proporcionar o melhor desempenho do material testado.

A composição das resinas compostas utilizadas pode explicar a hipótese testada. Neste estudo, o Filtek Z350 XT® apresentou maior microdureza em relação ao Filtek One Bulkfill® em ambas as técnicas de polimerização. Achados semelhantes foram apresentados por Rizzante et al.¹⁴, que mostraram superioridade na superfície de microdureza da resina Filtek Z350 XT® em relação a diferentes resinas compostas de incremento único. Lee et al.³ corroboraram com esses resultados, demonstrando menores valores de microdureza da resina de baixa viscosidade em relação à resina de alta viscosidade, sob os mesmos modos de polimerização.

A resina convencional utilizada é um material de alta viscosidade com maior teor de carga¹⁵. Alencar et al.¹⁶ destacaram a maior predisposição a alterações em suas propriedades considerando resinas compostas com maiores volumes e partículas. É possível considerar uma correlação entre microdureza e teor de carga, identificando um aumento na microdureza à medida que a quantidade de carga aumenta¹⁴. Novamente, este resultado é bastante importante, pois o fator isolado (tipo resina) também influenciou nos valores de microdureza alcançados nesta investigação ($p = 0,02$) (Tabela 2).

No entanto, materiais fluidos bulk-fill produzem propriedades mecânicas mais baixas em comparação com compósitos nano-híbridos com alta quantidade de carga e materiais bulk-fill de consistência regular, o que pode restringir sua utilização sob superfície oclusal¹⁷.

Algumas limitações peculiares a este estudo *in vitro* podem ser observadas, incluindo a análise de apenas uma propriedade física (microdureza) e a quantidade limitada de resinas compostas testadas. Portanto, outros desenhos de estudo, incluindo trabalhos submetidos a desafios orais (por exemplo, abrasivos, erosivos), são necessários para confirmar o comportamento inferior dessa técnica alternativa.

CONCLUSÃO

Em relação às resinas compostas e aos métodos de fotopolimerização testados, houve aumento dos valores de dureza dos materiais restauradores sob a técnica imediata quando comparados à técnica de polimerização alternativa.

REFERÊNCIAS

1. Alzraikat H, Burrow M, Maghaireh G, Taha N. Nanofilled resin composite properties and clinical performance: a review. *Oper Dent*. 2018 Jul-Aug;43(4):E173-90. <http://dx.doi.org/10.2341/17-208-T>. PMID:29570020.
2. Fugolin APP, Pfeifer CS. New resins for dental composites. *J Dent Res*. 2017 Sep;96(10):1085-91. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034517720658>. PMID:28732183.
3. Lee C-H, Ferracane J, Lee I-B. Effect of pulse width modulation-controlled LED light on the polymerization of dental composites. *Dent Mater*. 2018 Dec;34(12):1836-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2018.10.003>. PMID:30509382.
4. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):300-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00239.x>. PMID:14743525.
5. Tauböck TT, Feilzer AJ, Buchalla W, Kleverlaan CJ, Krejci I, Attin T. Effect of modulated photo-activation on polymerization shrinkage behavior of dental restorative resin composites. *Eur J Oral Sci*. 2014 Aug;122(4):293-302. <http://dx.doi.org/10.1111/eos.12139>. PMID:25039287.
6. Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, et al. Academy of dental materials guidance-resin composites: part I-mechanical properties. *Dent Mater*. 2017 Aug;33(8):880-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.013>. PMID:28577893.
7. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):29-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>. PMID:21093034.
8. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*. 2005 Oct;21(10):962-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.018>. PMID:16085301.
9. Shimokawa CAK, Carneiro PMA, Lobo TRS, Arana-Chavez VE, Youssef MN, Turbino ML. Five second photoactivation? A microhardness and marginal adaptation *in vitro* study in composite resin restorations. *Int Dent J*. 2016 Oct;66(5):257-63. <http://dx.doi.org/10.1111/idj.12227>. PMID:27061395.
10. Franco EB, Santos PA, Mondelli RFL. The effect of different light-curing units on tensile strength and microhardness of a composite resin. *J Appl Oral Sci*. 2007 Dec;15(6):470-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572007000600003>. PMID:19089182.
11. Roy KK, Kumar KP, John G, Sooraparaju SG, Nujella SK, Sowmya K. A comparative evaluation of effect of modern-curing lights and curing modes on conventional and novel-resin monomers. *J Conserv Dent*. 2018 Jan-Feb;21(1):68-73. PMID:29628651.
12. Pirmoradian M, Hooshmand T, Jafari-Semnani S, Fadavi F. Degree of conversion and microhardness of bulk-fill dental composites polymerized by LED and QTH light curing units. *J Oral Biosci*. 2020 Mar;62(1):107-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2019.12.004>. PMID:31863827.
13. Cekic-Nagas I, Ergun G. Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs. *J Appl Oral Sci*. 2011 Aug;19(4):403-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572011005000017>. PMID:21710093.
14. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 2019 Jun;38(3):403-10. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.2018-063>. PMID:30918231.

15. Fronza BM, Ayres A, Pacheco RR, Rueggeber FA, Dias C, Giannini M. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2017 JulAug;42(4):445-55. <http://dx.doi.org/10.2341/16-024-L>. PMID:28402731.
16. Alencar MF, Pereira MT, De-Moraes MDR, Santiago SL, Passos VF. The effects of intrinsic and extrinsic acids on nanofilled and bulk fill resin composites: Roughness, surface hardness, and scanning electron microscopy analysis. *Microsc Res Tech*. 2020 Feb;83(2):202-7. <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.23403>. PMID:31729109.
17. Tomaszewska IM, Kearns JO, Ilie N, Fleming GJP. Bulk fill restoratives: to cap or not to cap—that is the question? *J Dent*. 2015 Mar;43(3):309-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2015.01.010>. PMID:25625673.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

***AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA**

Marco Aurélio Benini Paschoal, UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia, Departamento de Saúde Oral da Criança e do Adolescente, Avenida Antônio Carlos, 6627, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil, e-mail:marcoabp@ufmg.br

Recebido: Novembro 12, 2022

Aprovado: Novembro 21, 2022